

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09100133

PUBLICATION DATE : 15-04-97

APPLICATION DATE : 04-10-95

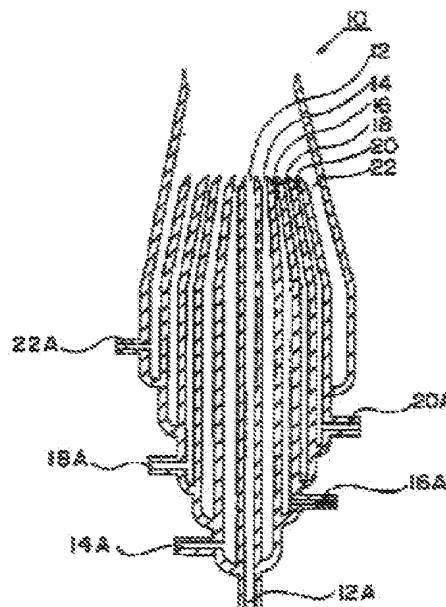
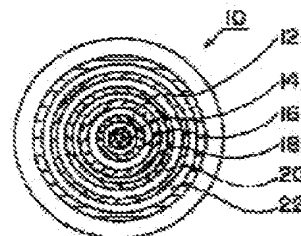
APPLICATION NUMBER : 07257606

APPLICANT : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE;

INVENTOR : KOAIZAWA HISASHI;

INT.CL. : C03B 37/018 G02B 6/00

TITLE : PRODUCTION OF POROUS GLASS
PREFORM FOR OPTICAL FIBER



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To produce a porous glass preform for an optical fiber, enabling sufficient reaction of raw materials with the burner flame even by supplying a large amount of the raw materials and having improved deposition speed without lowering the deposition efficiency.

SOLUTION: The burner 10 to be used in the production of a porous glass preform for an optical fiber has plural blowing nozzles 12, 14, 16, 18, 20, 22, at least one of the nozzles is a 1st mixing blowing nozzle 12 to eject a mixed gas containing an oxidizing gas and a glass raw material and at least one of the other blowing nozzles is a 2nd mixing blowing nozzle 16 to eject a mixed gas containing a combustion gas and a glass raw material.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-100133

(43) 公開日 平成9年(1997)4月15日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 3 B 37/018			C 0 3 B 37/018	Z
G 0 2 B 6/00	3 5 6		G 0 2 B 6/00	3 5 6 A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-257606

(22) 出願日 平成7年(1995)10月4日

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 小相澤 久

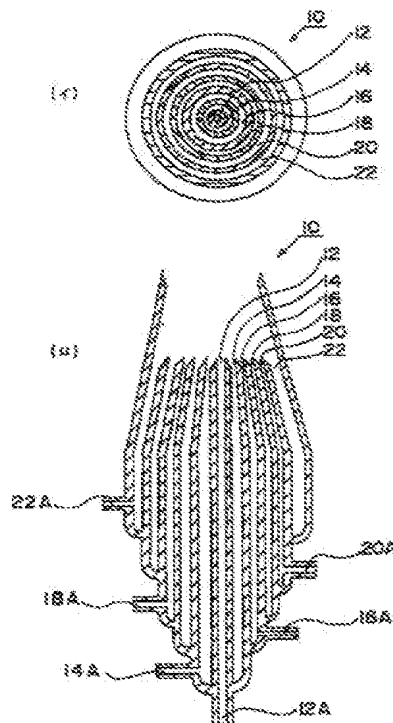
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 大量の原料を供給してもバーナ火炎および原料の反応が充分にできて、堆積効率が低下することなく堆積速度が向上する光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法を提供する。

【解決手段】 バーナ10は複数の吹出孔12、14、16、18、20、22を有していて、吹出孔の内少なくとも1つは酸化ガスとガラス原料を含む混合ガスを混合噴出する第一の混合吹出孔12であって、他の吹出孔の内少なくとも1つは燃焼ガスとガラス原料を含む混合ガスを混合噴出する第二の混合吹出孔16となっている光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 バーナから噴出させた原料ガスを酸水素火炎中で加水分解せしめてガラス微粒子を生成し、該ガラス微粒子を堆積させて光ファイバ用多孔質ガラス母材を製造する方法において、前記バーナは少なくとも酸化ガスと前記原料ガスを噴出する第一の混合吹出孔と、燃焼ガスと前記原料ガスを噴出する第二の混合吹出孔を有していることを特徴とする光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法。

【請求項2】 一方の混合吹出孔がバーナ中心部に配置され、該一方の混合吹出孔の外方に他方の混合吹出孔が配置されていることを特徴とする請求項1記載の光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法。

【請求項3】 一方の混合吹出孔の中心軸上に焦点を結ぶように他方の混合吹出孔が配置されていることを特徴とする請求項2記載の光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法。

【請求項4】 出発母材の外径が所定値以下であるときは前記第一の混合吹出孔のみを使用し、出発母材の外径が所定値を越えたときは全ての混合吹出孔を使用することを特徴とする請求項1ないし請求項3記載の光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法、特に大型の光ファイバ用多孔質ガラス母材を効率良く製造する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、例えばVAD法による光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造は、バーナから酸化ガス、燃焼ガス、原料ガスを混合噴出し、酸水素火炎中において原料の加水分解反応により生じたガラス微粒子を回転する出発部材の下端に堆積させて、行われている。通常前記バーナとしては、複数のノズルが同心円状に配置された多重管バーナが用いられる。また原料ガスのうちガラス原料としては $SiCl_4$ 、ドーパント原料としては $GeCl_4$ 、燃焼ガスとしては H_2 、酸化ガスとしては O_2 、 CO_2 が用いられる。光ファイバ用多孔質ガラス母材の合成において、ガラス微粒子の堆積速度を向上させる手段については種々の検討がなされており、その結果合成用バーナに投入されるガラス原料の反応率を向上させ、生成されるガラス微粒子の母材への付着率を高くするバーナが提案されている。

【0003】例えば、前述した多重管バーナを用いて火炎を内側と外側に形成する二重火炎バーナがある。これは、内側と外側で酸水素を燃焼させることで火炎を大きくし、また火炎温度を上昇させバーナ中心から吹き出す原料を高温で反応させることにより、ガラス微粒子径を大きくし、ガラス微粒子の堆積速度を向上させるもので

ある。さらに、原料ガスを中心と中心以外の外側の火炎を作るノズルの近傍から噴出させることにより特に大型母材の場合には特に堆積速度を向上させることができる。また、多重管バーナに対し、酸化ガスあるいは燃焼ガスどちらかを個別のノズルで供給するノズルバーナが提案されている。これは多重管バーナの欠点である酸化ガスと燃焼ガスの混合不良を改良したものである。ノズルバーナは多重管バーナよりも燃焼効率が良いので、多くの原料を供給できる。その結果、ガラス微粒子の合成速度が向上できる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】近年、光ファイバは長尺化が要求され、この上記の要望に応えるために、光ファイバ用多孔質ガラス母材を大型にすることが試みられている。しかしながら製造する光ファイバ用多孔質ガラス母材の大きさが大きくなるとガラス微粒子の堆積面が大きくなる。そこで従来のように原料ガスをバーナ中心部のみから噴出する場合、堆積面の大きさに比例して原料を増やしてゆくと、原料ガス流の速度が速くなり、原料の反応が十分に行えなくなり、堆積効率が低下する。この問題点に対し、ノズル径を太くして原料ガス流の速度を遅くすることが考えられるが、ノズル径を太くすると原料ガス流の中心まで反応するのに時間がかかるので合成速度の向上が望めない。そこで、更なる解決策として二重火炎バーナのように原料の吹出し孔を中心ノズル以外にも設けることが提案されているが、ガラス微粒子の堆積速度は向上するものの、堆積速度の大幅な向上は望めなかった。

【0005】本発明は上記の課題を解決し、比較的大量の原料ガスを噴出しても原料の反応が十分にでき、堆積効率が低下することなく堆積速度が向上する光ファイバ用母材の製造方法を提供することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の課題を解決するために以下のような手段を有している。

【0007】本発明の請求項1の光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法は、バーナから噴出させた原料ガスを酸水素火炎中で加水分解せしめてガラス微粒子を生成し、該ガラス微粒子を堆積させて光ファイバ用多孔質ガラス母材を製造する方法において、前記バーナは少なくとも酸化ガスと前記原料ガスを噴出する第一の混合吹出孔と、燃焼ガスと前記原料ガスを噴出する第二の混合吹出孔を有していることを特徴とする。

【0008】本発明の請求項2の光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法は、一方の混合吹出孔がバーナ中心部に配置され、第二の混合吹出孔が前記第一の混合吹出孔を取り囲むように配置されていることを特徴とする。

【0009】本発明の請求項3の光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法は、一方の混合吹出孔の中心軸上に

【0014】本発明の請求項4の光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法は、製造中の光ファイバ用多孔質ガ

【0018】コアバーナは従来のバーナと同様の構造を有したものであるので詳細な説明は省略する。クラウドバーナ10は、中心の第一の混合吹出孔12より原料ガスとして、SiCl₄（ガラス原料）、酸化ガスとしてO₂が噴出される。2層目の吹出孔14よりシールガスとしてArガスが供給される。3層目の第二の混合吹出孔16より原料ガスとしてSiCl₄（ガラス原料）と燃焼ガスH₂が供給される。第一の混合吹出孔14、第二の混合吹出孔16のO₂とH₂により燃焼が起こり原料が加水分解反応してガラス微粒子が合成される。また、4層目の吹出孔18よりシールガスとしてArガス

を、5層目の吹出孔20より酸化ガスとして O_2 を供給し、3層目と5層目間でも燃焼を起させて、1層目と3層目による火炎の温度を高め、原料の反応に必要な反応ガスを供給している。

【0019】このように、原料ガスと酸化ガスを供給する第一の混合吹出孔と原料ガスと燃焼ガスを供給する第二の混合吹出孔をそれぞれ有し、供給された酸化ガスと燃料ガスをシールガスをはき込んで燃焼させることにより原料ガス量が多くても十分に反応させることができる。また、1層目の第一の混合吹出孔12の中心軸上で焦点を結ぶように3層目の第二の混合吹出孔16の混合ガスを供給することにより、多量のガラス微粒子を火炎中心近傍で集中して合成できるので合成速度が向上する。さらに、2層目以上の吹出孔は、1層目の中心軸上に焦点を結ぶようにテーパ状に絞り込むように形成しておくことと火炎が外側に広がらずガラス微粒子を火炎中心近傍で集中して合成することができる。加えて、外部の空気流の外乱を防ぐために、6層目の吹出孔22には清浄空気が流してある。また、6層目の吹出孔22の外周の筒を長くすることにより外乱をより防ぐことができる。

【0020】以上のようにしてガラス微粒子を堆積させることによりバーナに供給する原料ガス量が多くても以下の理由により反応がスムーズに達成する。第1の理由は原料を分散して供給するために原料流の速度を比較的遅くできる。第2の理由は原料ガス流の中にあらかじめ酸化ガスか燃焼ガスのどちらかが含まれているので、含まれていない方のガスが拡散してくれば燃焼ができるので、比較的速く燃焼が進み、燃焼温度が高くなる。

【0021】その結果、原料の加水分解のほか原料の酸化反応も平行して起こることになる。また、火炎温度を高くできることにより、微粒子径も大きくなり、堆積効率も向上する。

【0022】(具体例1)例えば、従来は1層目の第一の混合吹出孔12に原料ガスのみを SiO_2 に換算して20g/分以上供給して光ファイバ用多孔質ガラス母材の製法を行うと、反応しない原料があったが、本発明の方法により、1層目の第一の混合吹出孔12に原料を SiO_2 に換算して30g/分、 O_2 を12l/分供給し、3層目の第二の混合吹出孔16に原料ガスを SiO_2 に換算して10g/分、 O_2 を26l/分供給して光ファイバ用多孔質ガラス母材の製法を行ったところ、従来に比べて堆積速度を1.8倍まで向上できた。本発明の光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法では最大で原料を SiO_2 に換算した場合50g/分まで供給しても反応させることができた。しかし、原料ガス量をこれ以上増やすと酸化ガス量と燃焼ガス量も増えるために流速が速くなり、堆積効率は急激に低下した。従って、合成速度と堆積効率をより適した条件にして光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造を行うことが必要となる。なお、上述した具体例1の条件では堆積効率は従来と比べ

て多少劣る程度(—10%—20%程度)で問題がなかった。また、前記バーナ10の1層目の第一の混合吹出孔12の断面形状は円形であるが、第一の混合吹出孔12の断面形状は円形に限るものではない。例えば、断面矩形あるいは断面楕円形でもよく、条件によっては断面矩形あるいは断面楕円形のようにした方が原料の反応が促進される場合もある。

【0023】図3に断面円形断面以外の1層目の第一の混合吹出孔の他の例を示す。1層目の第一の混合吹出孔以外は図1のバーナ10と同様な構造なので第一の混合吹出孔以外の部分についてはバーナ10と同一の符号を付して詳細な説明を省略する。図3(イ)のバーナ10Aでは第一の混合吹出孔13Aの両端部の原料の流れが厚さ t のままでは遅くなり、この部分に微粒子が堆積することがあるので R を取り、その半径 r を厚さ t よりも大きくした。 r は1.5 t から3 t ぐらいが良い。図3(ロ)のバーナ10Bの場合もバーナ10A同様、第一の混合吹出孔13Bの正方形の角部は R を取る必要がある。図3(ハ)のバーナ10Cの場合も第一の混合吹出孔12Cの Ra と Rb の合わせ目は R をとり、流れ易くする必要がある。

【0024】上記第一の混合吹出孔13Cの断面形状を同じ断面積を有する断面円形と比較すると、断面の周長が長い。したがって反応に必要なガスの拡散面を広くでき、反応を促進する。また、断面円形以外の第一の混合吹出孔の場合は、断面(x, y)の x, y 方向で速度分布がことなる。その結果、周囲の流体から粘性抵抗を受け、速度分布は断面に相似の速度分布から円形の分布に近づく。このように速度分布が変化することによる周囲ガスとの混合(粘性による)が起こるためさらに反応が促進できる。具体的には断面円形の第一の混合吹出孔を有するバーナを用いた場合に比べ20%程度堆積速度が向上した。さらに、吹出孔の形状を3層目まで1層目と相似の断面形状とすると堆積速度が向上することは言うまでもない。

【0025】(実施の形態2)図4(イ)、(ロ)は、本発明の光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法に使用される他の例のバーナ30を示すものである。バーナ30は吹出孔を6種類有したもので、1層目と2層目の吹出孔32、34は同心円状の多重管バーナである。1層目の第一の混合吹出孔32は、原料ガスと酸化ガスを混合噴出する吹出口となっている。2層目の吹出孔34は、シールガスの吹出口となっている。3層目の第二の混合吹出孔36は、2層目の吹出孔34の外側の筒35の外方に独立したノズルとして6本同心円状に配置されたものである。3層目の第二の混合吹出孔36は、原料ガスと燃焼ガスを混合噴出する吹出口となっている。

【0026】4層目の吹出孔38、5層目の吹出孔40もノズル状に形成されたもので、4層目の吹出孔38は3層目の第二の混合吹出孔36の外方に8本同心円状に配

置され、さらに、その外周に5層目の吹出孔40が8本配置されている。4層目の吹出孔38と5層目の吹出孔40は酸化ガスの吹出口となっている。

【0027】6層目の吹出孔42は、筒35と筒43Aが同心円状に配置された間の部分で、燃焼ガスの吹出口となっている。7層目の吹出孔44は、筒43Aの筒43Bが同心円状に配置された間の部分で、清浄空気あるいは O_2 の吹出口となっている。32A、34A、36A、38A、40A、42Aおよび44Aは各吹出孔及び各混合吹出口にそれぞれのガスを導入するガス導入口である。

【0028】VAD法でコア用多孔質ガラス体を合成した後透明ガラス化して得たコアロッドに上記のバーナ30を用いてクラッドを外付けする場合について図5を用いて説明する。合成室50内にバーナ30を往復移動できるように螺旋軸51に結合させる。また、透明ガラス化したコアロッド52を合成室50内で回転できるようにセットする。所定の速度でバーナ30を往復移動させ、コアロッド52の表面にバーナ30により合成した微粒子を堆積させる。堆積しない微粒子と反応後のガスは周囲の空気と共に排気孔53より合成室50外に排気される。

【0029】バーナ30は、1層目の第一の混合吹出孔32より原料ガスとしてSiCl₄（ガラス原料）と酸化ガスとして O_2 が供給される。2層目の吹出孔34よりよりシールガスとしてArガスが供給される。3層目の第二の混合吹出孔36より燃焼ガスとして H_2 と原料ガスとしてSiCl₄が供給される。1層目の第一の混合吹出孔34と3層目の第二の混合吹出孔36の O_2 と H_2 により燃焼が起こり原料が加水分解反応してガラス微粒子が合成される。4層目の吹出孔38および5層目の吹出孔40より酸化ガスとして O_2 を供給し、3層目と4層目間及び3層目と5層目間でも燃焼させて、1層目と3層目による火炎の温度を高め、原料の反応に必要な反応ガスを供給している。

【0030】3層目のノズル状の吹出孔36と4層目・5層目のノズル状の吹出孔38、40は、原料を流すノズルだけ他のノズルよりノズル径を大きくし、慣性力を大きくしバーナ火炎の中心に燃焼ガスとしての H_2 と原料ガスとしてのSiCl₄が集まるようにした。6層目の吹出孔42より燃焼ガスとして H_2 が供給される。6層目の吹出孔42は他の吹出孔に比べて断面積が大きいので、ガス導入口42Aの数を他より増やして4カ所とした。また供給方法もバーナ30の軸方向に直角方向より供給し、断面で均一に流れるようにした。

【0031】本発明の光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法では、コアロッド52の製造中の光ファイバ用多孔質ガラス母材の外径外径が80～100mm以下である場合には、バーナ30の3層目の第二の混合吹出孔36より燃料ガスの H_2 だけを供給するようにする。

コアロッド52に微粒子が堆積して、製造中の光ファイバ用多孔質ガラス母材の外径が上記所定値より大きくなった場合には、 H_2 に加えて原料ガスを供給し始めた。また、原料ガスに比例して H_2 量も変えた。

【0032】（具体例2）堆積開始から堆積終了までの平均堆積速度は、終了時の光ファイバ用多孔質ガラス母材の外径が200mmの時、従来の1層目の吹出孔12に原料ガスのみを供給する方法と比較して12g/分から14.8g/分に向てきた。終了時の光ファイバ用多孔質ガラス母材の外径をさらに大きくできる場合には、さらなる合成速度は向上できる。なお、本堆積効率は40～50%で従来と変化なかった。比較例として最初から3層目の第一の混合吹出孔36より原料ガスを供給した場合は、堆積速度は15.2g/分に向てしたが、堆積効率が40%以下となってしまった。すなわち、生産性を上げる目的は達成したもの、コストの面で問題が生じた。

【0033】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の請求項1の光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法によれば、バーナは複数の吹出孔を有していて、吹出孔の内少なくとも1つは酸化ガスと原料ガスを混合噴出する第一の混合吹出孔であって、他の吹出孔の内少なくとも1つは燃焼ガスと原料ガスを混合噴出する第二の混合吹出孔となっているので、原料を分散して供給することができ、原料と反応する物質の拡散面積を増やすことができるため原料ガス流の速度を比較的遅くしても原料を十分に反応させることができる。また、原料ガス流の中にあらかじめ酸化ガスか燃焼ガスのどちらかが含まれているので、含まれていない方のガスが拡散してくれば燃焼できるので、燃焼が広い範囲で起き燃焼温度も高くなり比較的速く加水分解反応が進む。さらに、火炎温度を高くできることにより、微粒子径も大きくなり、堆積速度が向上する。堆積速度は堆積面積が大きい程、すなわち製造中の光ファイバ用多孔質ガラス母材の径が大きくなる程堆積速度は向上する。

【0034】本発明の請求項2の光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法は、第一の混合吹出孔が第二の混合吹出孔を取り囲むように配置されているので、酸化ガスと原料ガスからなる混合ガスと燃焼ガスと原料ガスからなる混合ガスがバーナの酸水素火炎上で合流するように吹き出すので、酸化ガスと燃焼ガスの混合が促進される。また、外側から吹き出す酸化ガスと原料ガスからなる混合ガス、または燃焼ガスと原料ガスからなる混合ガスは酸化ガスや燃焼ガスよりも平均分子量が大きくなるので、吹き出す慣性力が大きくなる。したがって、吹出した流れはバーナ中心部の原料ガス流の近くまで到達することができ、バーナ中心部付近で両者が合流して混合するので燃焼を急激に起こすことができ、火炎の温度を高くできる。さらに、バーナ中心部より外側でも燃焼が

起こるので、合流した原料ガス流による燃焼温度は外側の火炎によりさらに高くでき、合成される微粒子径を大きくできる。径の大きな粒子は、慣性力の効果により堆積し易いため堆積速度が向上する。

【0035】本発明の請求項3の光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法は、一方の混合吹出孔の中心軸上に焦点を結ぶように他方の混合吹出孔が配置されているので、原料ガス流を激水素火炎の中心に集めることができ、堆積面の近くに微粒子を供給できる。

【0036】本発明の請求項4の光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法は、製造中の光ファイバ用多孔質ガラス母材の外径が所定値以下の場合原料供給口として第一の混合吹出孔のみを使用し、製造中の光ファイバ用多孔質ガラス母材の外径が所定値より大きくなったときに全ての混合吹出孔を使用するので、堆積面積に応じて堆積効率の良い方法を用いることになるため原料収率を悪化することなく堆積速度を大きくでき、光ファイバ用多孔質ガラス母材を低コストで製造することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法の一実施の形態に使用されるバーナの一例を示す平

面図と断面図である。

【図2】図1のバーナを用いて光ファイバ用多孔質ガラス母材を製造する状態を示す説明図である。

【図3】図1のバーナの他の例を示す平面図とその主要部を示す拡大平面図である。

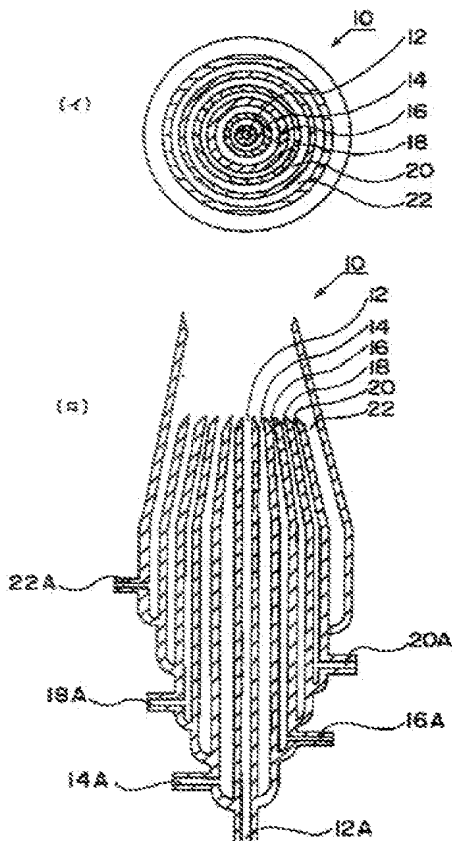
【図4】本発明の光ファイバ用多孔質ガラス母材の製造方法の他の実施の形態に使用されるバーナの一例を示す平面図と断面図である。

【図5】図4のバーナを用いて光ファイバ用多孔質ガラス母材を形成する状態を示す説明図である。

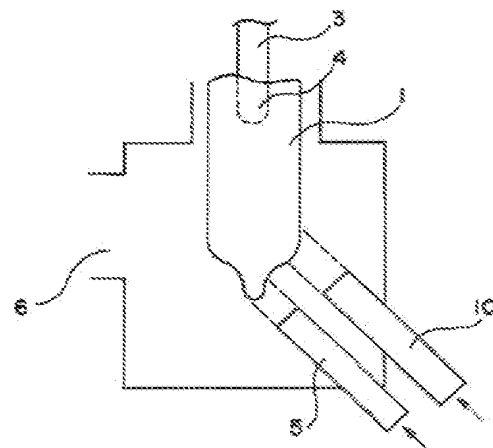
【符号の説明】

- 1 光ファイバ用多孔質ガラス母材
- 4 出発部材
- 6 排気孔
- 10、30 バーナ
- 12、32 1層目の第一の混合ガスの吹出孔
- 14、34 2層目の混き出し孔
- 16、36 3層目の第二の混合ガスの吹出孔
- 18、38 4層目の吹出孔
- 20、40 5層目の吹出孔
- 22、42 6層目の吹出孔

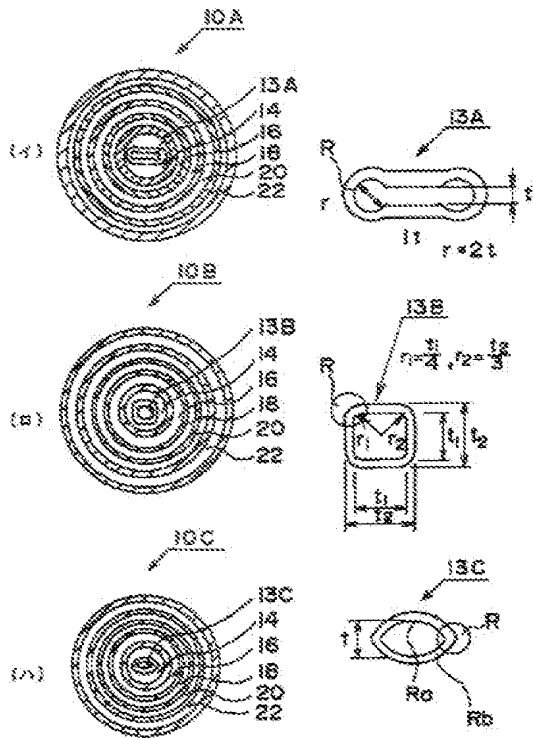
【図1】



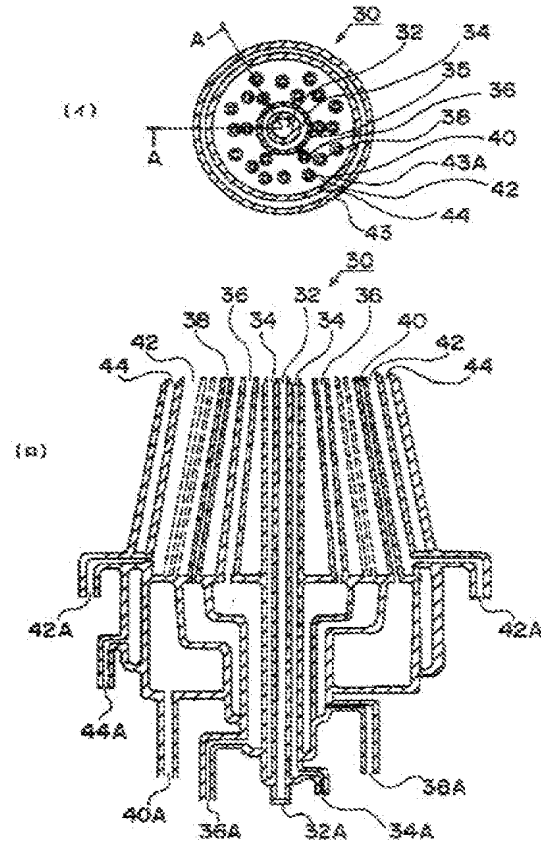
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

